

(Aus der Experimentalabteilung [Vorstand: *A. D. Speransky*] des Instituts für chirurgische Neuropathologie in Leningrad [Direktor: Prof. *S. P. Fedoroff*].)

Über die Bedeutung der „Nasenbahn“ für den Abfluß aus dem Subarachnoidalraum.

Von
W. S. Galkin.

Mit 1 Textabbildung.

(Eingegangen am 26. Februar 1930.)

Beim Studium der Abflußwege aus dem Subarachnoidalraum des Gehirnes beim Hunde lenkt der Weg durch die Fila olfactoria in das Lymphnetz der Nasenschleimhaut und von da nach außen durch seinen Umfang die Aufmerksamkeit auf sich. Die zuerst von *Key* und *Retzius* entdeckte, von *Baum* und *Trautmann* ausführlich beschriebene Bahn beschäftigt auch die neuesten Forscher. Wenn aber *Key* und *Retzius* bei ihren Versuchen bloß das Erscheinen von Tröpfchen der Injektionsmasse auf der Nasenschleimhaut bemerkten, so gelang es schon *Iwanow* und *Romodanowsky*, unter gewissen Experimentsbedingungen (Anwendung von Tusche, die mit hypertonischer Lösung von Salzen verdünnt ist, von Gelatine nach *Tandler*) einen reichlichen Ausfluß der Masse aus der Nase zu beobachten, die in den Subarachnoidalraum eingeführt worden war. *Jefimow* injizierte suboccipital einem lebenden Hund nicht dialysierte, flüssige, käufliche Tusche, welche fast unmittelbar nach der Injektion bei dem Tier einen schweren Kramp fzustand hervorruft, mit Erhöhung des intrakranialen Druckes. Bereits nach $\frac{1}{2}$ Stunde stellte er das Vorhandensein von Tusche an der Nasenschleimhaut des lebenden Hundes fest.

Die Experimente obengenannter Autoren rufen eine ganz bestimmte Vorstellung von der Nasenbahn hervor, und zwar *von einem Strombett von großem Umfang*. Trifft das zu, so ist das Studium vom Abfluß aus dem Subarachnoidalraum unter den Bedingungen eines Verschlusses dieser Bahn und ihrer Ausschaltung von besonderem Interesse; solche Untersuchungen unternahm ich auf Vorschlag und unter der Leitung von *A. D. Speransky*.

Der *Verschuß* kann bei Hunden *durch folgende Operation* erreicht werden:

Medialer Schnitt von der Glabella nach oben, durch den die Vorderwand der Stirnhöhlen freigelegt wird. Eröffnung und Auskneifen mit *Luerscher Zange* der Vorderwände beider Stirnhöhlen und der Scheidewand zwischen diesen. Eröffnung der Hinterwand beider Höhlen und Freilegung der Dura im Bereich der Stirnlappen. Erweiterung der Schädelöffnung nach allen Richtungen, besonders nach vorn zu. Nun löst man mit einem passenden Instrument (z. B. einem Elevator mit entsprechender Krümmung) schichtweise die Dura von der Lamina cribrosa (die bei Hunden fast vertikal steht) von beiden Seiten der medialen Linie; dabei werden alle hier verlaufenden Fila olfactoria und Gefäße zerrissen. Die Abschichtung wird so sorgfältig vorgenommen, daß die Geruchslappen bis zu einem gewissen Grade beweglich werden. Die unausbleibliche epidurale Blutung, die meist recht gering ist, steht mit Leichtigkeit auf Druck. Nahtverschluß. Das an der Stelle, wo die Dura von der Lamina cribrosa abgeschichtet wurde und wo die Fila olfactoria und die Gefäße zerrissen sind, sich bildende Narbengewebe muß natürlicherweise die Nasenabflusshahn aus dem Subarachnoidalraum verschließen.

Auf oben beschriebene Weise wurden von uns 10 Hunde operiert. Die Tiere vertrugen im allgemeinen den Eingriff gut; die Operationswunde heilte ausnahmslos per primam. Es ist jedoch hervorzuheben, daß ein Teil der Tiere (allerdings eine geringe Anzahl) nach der Operation matt waren, abmagerten, und daß 2 Hunde eingingen (am 16. und 12. Tag nach der Operation), ohne Erscheinungen von Infektion von seiten der Operationswunde.

Die Hunde wurden nach der Operation im Laufe von 3 Wochen (der nötige Zeitraum zur Bildung eines festen Narbenverschlusses der Nasenbahn) in Ruhe gelassen und kamen dann unter das *akute Experiment mit Injizierung des Subarachnoidalraumes*. Dieses wurde auf *folgende Weise* vorgenommen:

Narkose. Laminektomie des letzten Lumbal- und des ersten Sakralwirbels. Freilegung des Duralsackes im Gebiet der Cauda equina. Spaltung auf geringer Strecke von Dura und Arachnoidea, Einführung der Kanüle in den Subarachnoidal-(Arachnoidal)-raum, Befestigung derselben an die Hüllen. Zur Injektion wurde käufliche Tusche genommen, in einem Verhältnis von 1 : 4 in „hypertonischer“ Lösung nach *Ringer-Lock* verdünnt (Lösung mit doppeltem Salzgehalt im Vergleich zum üblichen) und etwa bis 40° erwärmt. Die Einfüllung wurde am lebenden Tier unter einem Druck von 20 cm der Wassersäule begonnen und nach Tötung des Hundes (durch Überschuß von Chloroform oder durch Aderlaß) am Leichnam im Laufe von 1–2 × 24 Stunden fortgesetzt, wobei der Druck der injizierten Flüssigkeit allmählich bis auf 50 cm der Wassersäule erhöht wurde, selten mehr (in 2 Fällen bis 70 cm). Beide eingegangenen Hunde waren nach dem Tode angefüllt mit Tusche, die verdünnt war mit der gewöhnlichen *Ringer-Lockschen* Lösung, nicht mit hypertonischer.

Im Verlauf der Arbeit schieden 2 Hunde aus: in einem Fall mißlang die Injektion in technischer Hinsicht, im anderen lagen trotz der vorzüglichen Injizierung des Lymphapparates an der Peripherie Verhältnisse vor, die eine verschiedenartige Deutung der Ergebnisse zuließen. Somit ist unsere weitere Beschreibung auf den Protokollen von insgesamt 8 Fällen begründet.

Die erhobenen Befunde, bloß quantitativ voneinander unterschieden, sind im allgemeinen in allen 8 Fällen die gleichen. Sie können mit Leichtigkeit durch Vergleich mit den Resultaten unserer früheren Laboratoriumsarbeiten gedeutet werden. Der Grundsatz, der auch von

ausschlaggebender Bedeutung für unsere Untersuchung ist, wurde in der ersten Arbeit von *Iwanow* aufgestellt und lautet: bei einem Hunde, dem mittels Anlegung eines „Ringes“ (nach *Speransky*) der Subarachnoidalraum von Rückenmark und Gehirn getrennt wurde, *werden an die Abflußbahnen aus dem Subarachnoidalraum des Rückenmarkes viel bedeutendere Anforderungen gestellt; infolgedessen sind sie einer kompensatorischen Erweiterung unterworfen.* Wenn *Iwanow* bei Injizierung des Subarachnoidalraumes am normalen Hunde das Vordringen der Tusche bis zu den Lymphknoten der Dorsalwand des Rumpfes (den retroperitonealen, hinteren mediastinalen, tiefen cervicalen) beobachtete, so drang bei den vorbereitend beringten Hunden mit kompensatorisch erweitertem lymphatischen Abflußbett die Tusche viel weiter vor, *bis zu den Peyerschen Plaques und den solitären Follikeln der Darmwand.* Bei den Versuchen mit Beringung werden die Abflußbahnen des ganzen Gehirnes ausgeschaltet; bei unseren Versuchen schließen wir bloß die Nasenbahn aus. *Wenn die Injizierung des Lymphapparates als Gradmesser genommen wird und man die Resultate der Injektion in diesen und jenen Experimenten vergleicht, so kann man versuchen, sich eine Vorstellung von der Größe der Nasenabflußbahn zu machen.*

Zwei von unseren Versuchen wurden unter Bedingungen vorgenommen, die denjenigen *Iwanows* sehr nahe kommen; sie sind daher zu Vergleichen sehr geeignet. In beiden Fällen waren frische Leichen kurz vorher verwendeter Tiere injiziert worden, und es wurde dazu Tusche gebraucht, die nicht mit hypertotonischer *Ringer-Loekscher* Lösung verdünnt war. Das Ergebnis war beidemal das gleiche. Wir bringen ein kurzes Protokoll eines dieser Versuche.

Hund, männlich, 4,5 kg (Nr. 678), operiert am 9. 10. 29.

Postoperative Periode — matt, stetige Abmagerung, 24. 1. 30 (nach 16 × 24 Stunden) Tod. Im Laufe von 25 Stunden — Einführung von Tusche (1 : 4 gewöhnlicher *Ringer-Loekscher* Lösung) unter anwachsendem Druck von 20—50 cm der Wassersäule.

Sektion: An der Operationsstelle die Dura völlig von der Lamina cribrosa abgeschichtet, Gefäße und Fila olfactoria zerrissen. Im Gebiet des rechten Stirnlappens fast resorbiertes flaches, subdurales Hämatom, welches das Hirn nicht gedrückt und offenbar die Hirnsubstanz nicht verändert hatte. Im Schädelraum geringe Mengen von Tusche im Subarachnoidalraum der hinteren Schädelgrube; Tusche perineural längs den Gehörnerven (deutlich) und den Optici (schwächer). Im Rückenmarkskanal — der Subarachnoidalraum intensiv angefüllt in den Kreuz- und Brustabschnitten, weniger im cervicalen Abschnitt. Im Subduralraum keine Tusche, ebenso wenig wie an der Außenfläche der Arachnoidea. In der Bauchhöhle stark gefärbt die retroperitonealen lumbalen Ganglien; sehr deutlich der obere Pol eines Ganglions im Mesenterium des Mastdarms, eine Reihe von Ganglien an der Mesenterialwurzel, die solitären Follikel, besonders im Gebiet des Blinddarms, einzelne *Peyersche* Plaques. Deutlich gefärbt die subcutanen Leistenganglien, besonders rechts. In der Brusthöhle Tusche in 3 Ganglien des hinteren Mediastinum. *Am Halse keine Tusche, auch bei sorgfältigster Untersuchung, zu finden, weder in den oberflächlichen, noch in den tiefen Knoten. Der Nasenraum (auf dem Schnitt)*

völlig frei von Tusche; weder an der Oberfläche, noch in der Tiefe der Schleimhaut wird Tusche vorgefunden.

Gleicherweise füllten sich auch beim 2. Versuch (unter den gleichen Experimentbedingungen) sehr intensiv die retroperitonealen Ganglien, alle Ganglien der Mesenterialwurzel, 3 Ganglien im Mesenterium des Mastdarms, zahlreiche Peyer'sche Plaques; die Follikel in der Wand des Blinddarms und besonders des Mastdarms waren bis zum Anus dicht angefüllt (s. Abbildung). Tusche war zu finden in den

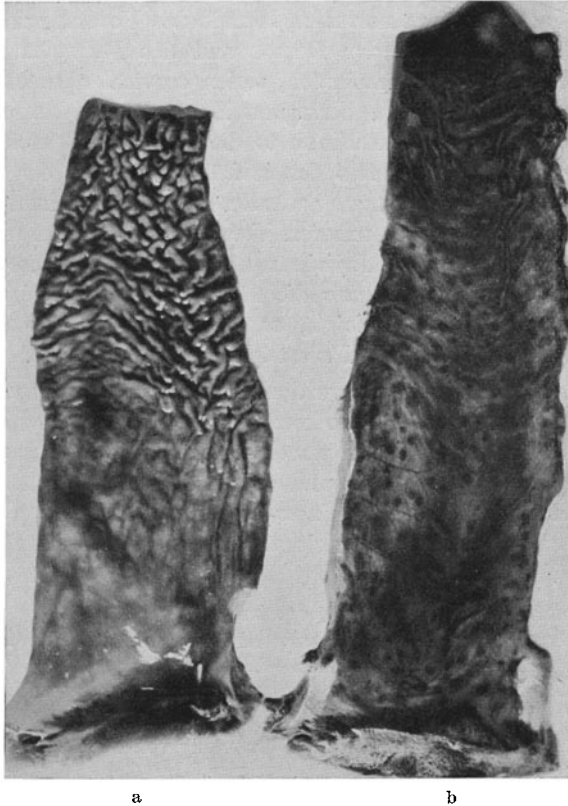


Abb. 1. Solitäre Follikel des Mastdarms nach Tuscheinjektion in den Subarachnoidalraum: a bei Kontrolltier, b bei Versuchstier.

Knoten des hinteren Mediastinum, fehlte in den cervicalen Knoten, sowohl den oberflächlichen als den tiefen, und auch im Nasenraum.

Wenn man die Ergebnisse dieser Experimente mit denjenigen von Iwanow vergleicht, kann man feststellen, daß 1. die Ausschaltung der Nasenbahn allein das gleiche Resultat (im Sinne einer maximalen Injektion des Lymphapparates) ergab, wie auch die Anlegung eines Ringes an der Grenze von Rückenmark und Oblongata, und daß 2. das Fehlen der Tusche im Nasenraum mit Fehlen derselben in den Halslymphknoten einherging.

In den zwei nächsten Versuchen (Beginn der Injektion am lebenden Hunde, unter Narkose, Tötung des Hundes durch Überschuß von Chloroform, Beendigung der Injizierung am Leichnam) waren die Resultate die gleichen: bei bedeutender Injektion der Lymphknoten der Bauchhöhle (bis zu den *Peyerschen Plaques*) und des Mittelfellraumes *war keine Tusche in den cervicalen Knoten zu finden.*

Zum Zweck einer Injizierung auch der Halslymphknoten wurde bei den vier weiteren Versuchen zur methodischen Verbesserung die Anfüllung des Subarachnoidalraumes am lebenden Tier geübt, als akuter Versuch mit Hinzufügung wiederholter Aderlasse nach *Pigalew*. Die dabei bekanntlich zustande kommende erhöhte Aufsaugung von Flüssigkeiten ins Lymphsystem ergibt eine viel intensivere Injizierung des Lymphapparates, als mit der früheren Methode. Ich muß daran erinnern, daß die *Versuche Pigalews* an zuvor beringten Hunden vorgenommen wurden, was sie wiederum sehr geeignet macht zu einem Vergleich mit den unserigen. In 3 von 4 Fällen hatten wir gleiche Resultate.

Nachstehend bringe ich das Protokoll eines dieser Versuche.

Hund, männlich, 13 kg (Nr. 704), operiert am 9. 11. 29; akuter Versuch 28. 11. (am 20. Tag). Unter Narkose Beginn der Injizierung des Subarachnoidalraumes mit bis 40° erwärmter Tusche, die in einem Verhältnis von 1 : 4 mit hypertotonischer *Ringer-Loeckscher* Lösung verdünnt ist, unter einem Druck von 20 cm der Wassersäule. Der Hund durch leichte wiederholte (mit 15–20 Minuten Pause) Blutabzapfungen aus der Carotis getötet; im ganzen 700 ccm Blut im Laufe von 2 Stunden entzogen. Dauer der Injektion an der Leiche 24 Stunden, unter ansteigendem Druck von 20–50 cm der Wassersäule.

Sektion: An der Operationsstelle ausgedehnte derbe Narben; völliger Durchriß der Fila olfactoria und Gefäße. Im Schädelraum bedeutende Ansammlung von Tusche im Subarachnoidalraum der Hirnbasis. An den Convexa Tusche bloß in den Furchen. Perineurale Injizierung der optischen und akustischen Nerven. Im Rückenmarkkanal intensive Anfüllung des Subarachnoidalraumes in seiner ganzen Ausdehnung. In der Bauchhöhle tief schwarz gefärbt die retroperitonealen Lumbalknoten, die Ganglien an der Bifurkation der Vasa iliaca, längs den Vasa hypogastrica, ebenso wie die retroperitonealen Knoten in der sakralen Krümmung. Gleichfalls tief schwarz 6 Knoten im Mastdarmmesenterium; intensiv gefärbt und stark erweitert ganze Pakete von Knoten an der Radix mesenterii der Dünndärme; stark gefärbt die Knoten im Milzhilus und im Mesenterium im Gebiet des Pankreas. Prall gefüllt die *Peyerschen Plaques* und die Follikel des ganzen Dickdarms bis zum Mastdarm. Tusche in den Leistendrüsen, an beiden Seiten. Angefüllt die Ganglien des hinteren Mittelfells. *Die Ganglien des Halses, sowohl die oberflächlichen als auch die tiefen, sind gänzlich frei von Tusche, ebenso wie die Nase* (auf den Schnitten).

Bei Betrachtung der Ergebnisse dieser drei Versuche und der Befunde *Pigalews* muß bemerkt werden, daß dabei jene zwei Schlußfolgerungen, die wir aus dem Vergleich unserer ersten Versuche mit denjenigen *Iwanows* gezogen hatten, durchaus in Kraft bleiben. Und zwar müssen wir nochmals hervorheben, daß 1. bei obstruierter Nasenbahn nicht angefüllt blieben die cervicalen Ganglien, trotz Anwendung der Blutabzapfung, die in diesem Falle von großer Bedeutung ist, und daß 2. die

Injizierung des Lymphapparates bei unseren Versuchen der Intensität der Färbung nach den Versuchen *Pigalews*, d. h. den Fällen mit Beringung der Hunde, in nichts nachstand.

Das folgende Protokoll stellt einen besonders krassen Beweis dar für die Richtigkeit beider Aufstellungen. Bei der Injizierung erwies sich, daß der Verschuß der Nasenbahn nicht genügend hermetisch war und die Tusche in den Nasenraum gedrungen war; dabei hatten sich fast alle cervicalen Ganglien angefüllt, die Färbung des Bauchfelles aber war ganz geringfügig.

Hund, männlich, 5,5 kg (Nr. 677), operiert am 9. 10. 29; 24 × 24 Stunden später (1. 11.) im akuten Versuch durch Aderlaß getötet; während 1,5 Stunden 300 ccm Blut entnommen. Einführung (vom Beginn des Versuches, anfangs dem lebenden Hund, dann in die Leiche) von erwärmter Tusche (1 : 4 in *Ringer-Lockscher* Lösung mit doppeltem Salzgehalt) im Laufe von 49 Stunden unter steigendem Druck von 20—70 cm der Wassersäule.

Sektion: An der Operationsstelle ziemlich derbe narbige Verwachsungen zwischen Lamina cribrosa, Dura und der Substanz der Geruchsappen des Gehirns. Trotzdem ist die Tusche in den Nasenraum eingedrungen und ist in den Tiefen der Schleimhaut enthalten, die sie dunkelgrau gefärbt hat; an der Oberfläche der Schleimhaut keine Tusche. Im Schädelraum dichte, reichliche Injizierung des Subarachnoidalraumes des ganzen Gehirnes, besonders an der Basis; schwarze Streifen von Tusche in den Furchen. Im Subduralraum keine Tusche. Deutliche perineurale Injizierung der optischen und akustischen Nerven. Sehr starke Injizierung des ganzen Subarachnoidalraumes des Rückenmarkes; der Subduralraum frei von Tusche. In der Bauchhöhle bloß die kleinen retroperitonealen lumbalen Knoten angefüllt (je einer an jeder Seite); in der Brusthöhle gut gefüllt die Ganglien des hinteren Mittelfells. *Am Halse links deutlich gefüllt alle Knoten, sowohl die oberflächlichen als auch die tiefen, rechts nur die oberflächlichen.*

Vorliegendes Material begründet durch Tatsachen unsere Vorstellung von der Nasenbahn als eines mächtigen Strombettes. Sie ist nicht nur verhältnismäßig umfangreicher als alle übrigen lymphatischen Abflußwege aus dem Subarachnoidalraum des Gehirns, sondern auch ihre absolute Größe ist sehr bedeutend, da eine Ausschaltung dieser Bahn für das Gebiet des Rückenmarkes Resultate ergab, die denjenigen mit „Beringung“, resp. Ausschaltung aller Abflußwege des Gehirns gleichzustellen sind.

Dieses Material läßt uns fernerhin vermuten, daß die cervicalen Lymphknoten in Verbindung stehen hauptsächlich (doch wohl kaum ausschließlich) mit dem Subarachnoidalraum durch das Lymphnetz des Nasenraumes, da eine Ausschaltung der Nasenbahn ausnahmslos begleitet war von einem makroskopisch sichtbaren Fehlen von Tusche in diesen Knoten. Obige Vermutung wird auch bestätigt durch die Untersuchungen *Iwanows*, der durch Präparierung der Lymphbahnen, welche der Nasenschleimhaut entspringen, feststellte, daß sie zu den tiefen cervicalen Ganglien hinziehen.

Zum Schluß gestatte ich mir noch, auf einige Einzelheiten hinzuweisen, die bereits früher in unserem Laboratorium beobachtet wurden

und durch vorliegende Versuche bloß bestätigt werden. Vor allen Dingen soll betont werden, daß bei der Mehrzahl der Tiere nach Ausschaltung der Nasenbahn der Meningealsack des Rückenmarkes bedeutend gespannt war, ähnlich dem, wie es bei beringten Hunden beobachtet wird. Tusche wurde in der Regel im Subarachnoidalraum vorgefunden, doch nicht selten fanden wir sie auch subdural (meist nur in der Nähe der Einführungsstelle der Kanüle) in Form einer feinen Kruste, die der inneren Fläche der *Dura* locker anhaftet. In den Hirnventrikeln fand sich Tusche bloß in 2 Fällen. Die Gesamtmenge der injizierten Tusche betrug nicht mehr als 30 ccm. Niemals fehlte eine perineurale Injizierung längs den optischen und akustischen Nerven, besonders intensiv aber war sie in ersteren; die Injizierung längs den Rückenmarksnerven ging nicht weiter als bis zum Intervertebralganglion, erreichte aber letzteres nicht immer. Schließlich ist als interessantes Detail zu bemerken, daß in einem der Versuche ganz deutlich ein umfangreiches Netz von Lymphgefäßchen im caudalen Abschnitt des Pankreas injiziert wurde, besonders in seiner unteren Hälfte.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Baum* u. *Trautmann*: Anat. Anz. **60**, Nr 7/8 (1925). — ² *Iwanow*: Z. exper. Med. **58**, H. 1/2 (1927). — ³ *Iwanow*: Z. exper. Med. **64**, H. 3/4 (1929). — ⁴ *Iwanow* u. *Romodanowsky*: Z. exper. Med. **58**, H. 3/5 (1927). — ⁵ *Jefimow*: Z. exper. Med. **62**, H. 5/6 (1928). — ⁶ *Jossifow*: Das Lymphsystem des Menschen. Tomsk 1914 (russ.) — ⁷ *Pigalew*: Z. exper. Med. **61**, H. 1/2 (1928). — ⁸ *Pigalew*: Z. exper. Med. **66**, H. 3/4 (1929). — ⁹ *Radezky*: Russk. Wratsch. **1914** (russ.). — ¹⁰ *Speransky*: Das Nervensystem in der Pathologie. Leningrad 1930 (russ.). — ¹¹ *Spirow*: Russk. Arch. Anat. i pr. **6**, H. 2 (1927). — ¹² *Uljanow*: Z. exper. Med. **65**, H. 5/6 (1929).
-